

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2010/2011

April/Mei 2011

## EEK 368 – MESIN DAN PACUAN ELEKTRIK

Masa : 3 Jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan.

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

**[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].**

*"In the event of any discrepancies, the English version shall be used".*

1. (a) Apakah komponen-komponen asas bagi suatu sistem pemacu elektrik? Lukiskan satu gambarajah blok fungsi bagi sebuah sistem pemacu elektrik dan secara ringkas terangkan fungsi bagi setiap blok asas.

*What are the basic components of an electrical drive system? Draw a functional block diagram of an electrical drive system and briefly describe the function for each of the basic block.*

(35 markah/marks)

- (b) Satu mesin dc 24-lubang alur, dwikutub mempunyai 24 gegelung dan 18 lilitan bagi setiap gelung. Purata keamatan fluks per kutub ialah 1 T. Panjang bersih mesin adalah 20 cm, dan jejari angker adalah 10 cm. Kutub-kutub magnetik direkabentuk untuk memenuhi 80% daripada persisian angker. Jika halaju sudut angker ialah 183.2 rad/s, tentukan

*A 24-slot, two pole dc machine has 24 coils and 18 turns per coil. The average flux density per pole is 1 T. The effective length of the machine is 20 cm, and the radius of the armature 10 cm. The magnetic poles are designed to cover 80% of the armature periphery. If the armature angular velocity is 183.2 rad/s, determine*

- (i) Emf teruja di dalam belitan angker,  
*the induced emf in the armature winding,* (35 markah/marks)
- (ii) Emf teruja bagi setiap gelung,  
*the induced emf per coil,* (5 markah/marks)
- (iii) Emf teruja bagi setiap lilitan dan  
*the induced emf per turn and* (5 markah/marks)

- (c) Jika arus angker bagi mesin dalam soalan 1(b) ialah 25 A, tentukan  
*If the armature current of the machine in question 1(b) is 25 A, determine*

- (i) Arus bagi setiap pengalir,  
*the current in each conductor,* (10 markah/marks)

- (ii) Tork yang dihasilkan dan  
*the torque developed and* (5 markah/marks)
- (iii) Kuasa yang dihasilkan.  
*the power developed.* (5 markah/marks)

2. (a) Satu motor dc selari 120 V, 2400 rpm mempunyai rintangan angker  $0.4 \Omega$  dan rintangan medan selari  $160 \Omega$ . Motor tersebut beroperasi pada halaju terkadar pada beban penuh dengan mengalirkan 14.75 A. Arus tanpa beban ialah 2 A. Tentukan halaju tanpa beban dan kecekapan motor pada beban penuh. Anggapkan bahawa kehilangan putaran berkadar terus kepada halaju.

*A 120-V, 2400-rpm shunt dc motor has an armature resistance of  $0.4 \Omega$  and a shunt field resistance of  $160 \Omega$ . The motor operates at its rated speed at full load and takes 14.75 A. The no load current is 2 A. Determine the no-load speed and efficiency at full-load. Assume that rotational loss is proportional to speed.*

(50 markah/marks)

- (b) Satu rintangan luaran  $R_{\text{ext}} = 3.6 \Omega$  diletakkan dalam litar angker sebuah motor seperti soalan 2(a), tanpa sebarang perubahan pada tork terhasil, kira halaju motor yang baru, kehilangan kuasa dalam rintangan luaran, peratusan kehilangan kuasa bagi rintangan luaran dan kecekapan baru bagi motor tersebut. Anggapkan bahawa kehilangan putaran berkadar terus kepada halaju.

*An external resistance  $R_{\text{ext}} = 3.6 \Omega$  is inserted in the armature circuit of the motor described in question 2(a), with no change in the torque developed, calculate the new motor speed, the power loss in the external resistance, percentage of power loss in the external resistance and the new value of the power efficiency of the motor. Assume that rotational loss is proportional to speed.*

(50 markah/marks)

3. Satu motor aruhan tiga-fasa sambungan-Y 440V, 50 Hz, dwikutub dikadarkan pada 75kW. Parameter-parameter litar setara adalah seperti berikut

*A 440-V, 50-Hz, two-pole Y-connected three-phase induction motor is rated at 75-kW. The equivalent circuit parameters are*

$$R_1 = 0.075\Omega, R_2 = 0.065\Omega, X_1 = 0.17\Omega, X_2 = 0.17\Omega \quad \text{and} \quad X_m = 7.2\Omega$$

$$P_{F\&W} = 1.0kW, P_{misc} = 150W \quad \text{and} \quad P_{core} = 1.1kW$$

Untuk nilai gelinciran 0.04, kirakan  
For a slip of 0.04, find

- (i) Arus talian  $I_L$   
The line current  $I_L$  (25 markah/marks)
- (ii) Faktor kuasa pemegun  
The stator power factor (5 markah/marks)
- (iii) Faktor kuasa pemutar  
The rotor power factor (10 markah/marks)
- (iv) Kehilangan kuprum pemegun  $P_{SCL}$   
The stator copper losses  $P_{SCL}$  (10 markah/marks)
- (v) Kuasa sela udara  $P_{AG}$   
The air gap power  $P_{AG}$  (15 markah/marks)
- (vi) Kuasa tukaran dari elektrik ke mekanikal  $P_{CONV}$   
The power converted from electrical to mechanical form  $P_{CONV}$  (5 markah/marks)
- (vii) Tork teruja  $\tau_{ind}$   
The induced torque  $\tau_{ind}$  (15 markah/marks)
- (viii) Tork beban  $\tau_{load}$   
The load torque  $\tau_{load}$  (15 markah/marks)

4. (a) Terangkan secara ringkas, mengapa sebuah motor segerak tidak boleh dihidupkan olehnya sendiri? Senaraikan tiga pendekatan asas yang boleh digunakan untuk menghidupkan motor segerak secara selamat.

*Describe briefly, why a synchronous motor can't start by itself? List three basic approaches that can be used to safely start a synchronous motor.*

(20 markah/marks)

- (b) Satu motor segerak sambungan- $\Delta$  berkadaran 100-kuasa kuda 440 V 0.8 faktor kuasa-mendahului, mempunyai rintangan angker  $0.22 \Omega$  dan reaktans segerak  $3.0 \Omega$ . Kecekapannya pada beban penuh ialah 89 peratus. Cari kuantiti-kuantiti berikut bagi mesin ini apabila ia beroperasi pada situasi terkadar:

*A 100-hp 440-V 0.8-PF-leading  $\Delta$ -connected synchronous motor has an armature resistance of  $0.22 \Omega$  and a synchronous reactance of  $3.0 \Omega$ . Its efficiency at full load is 89 percent. Find the following quantities for this machine when it is operating at rated conditions:*

- (i) Kuasa masukan bagi motor  
*The input power to the motor* (5 markah/marks)
- (ii) Arus talian dan arus fasa bagi motor  
*The line and phase currents of the motor* (10 markah/marks)
- (iii) Kuasa reaktif yang digunakan atau dibekalkan oleh motor  
*The reactive power consumed by or supplied by the motor* (10 markah/marks)
- (iv) Voltan dalaman terhasil bagi motor  $E_A$   
*The internal generated voltage  $E_A$  of this motor* (15 markah/marks)

(v) Kehilangan kuprum pemegun bagi motor  
*The stator copper losses in the motor* (10 markah/marks)

(vi) Kuasa yang ditukar ( $P_{\text{conv}}$ )  
*The power converted ( $P_{\text{conv}}$ )* (10 markah/marks)

(vii) Kuasa yang digunakan atau dibekalkan oleh motor jika voltan dalaman terhasil bagi motor  $E_A$  dikurangkan sebanyak 10 peratus.

*The power consumed or generated by motor if internal generated voltage  $E_A$  is decreased by 10 percent.*

(20 markah/marks)

5. (a) Sebuah motor dc ujaan berasingan disambungkan kepada satu beban jenis-kipas. Litar angker motor tersebut disambungkan kepada satu penukar ac/dc SCR satu fasa gelombang-penuh. Voltan masukan bagi penukar adalah 200V (pmkd). Sudut picuan bagi penukar dilaraskan supaya kelajuan motor adalah 500 rpm. Arus angker pula adalah 16A. Rintangan angker bagi motor adalah  $0.5 \Omega$ , dan pemalar medan ( $k\phi$ ) ialah 2.5 V saat. Anggapkan arus angker adalah berterusan. Kirakan sudut picuan untuk

*A dc, separately excited motor is connected to a fan-type load. The armature circuit of the motor is connected to a full-wave single-phase ac/dc SCR converter. The input voltage to the converter is 200 V (rms). The triggering angle of the converter is adjusted for a motor speed of 500 rpm. The armature current in this case is 16 A. The armature resistance of the motor is  $0.5 \Omega$ , and the field constant ( $k\phi$ ) is 2.5 V sec. Assume that armature current is always continuous. Calculate the triggering angle*

(i) memacu motor pada kelajuan 500 rpm, dan  
*to run the motor at 500 rpm, and* (20 markah/marks)

(ii) mengurangkan kelajuan motor kepada 100 rpm.  
*to reduce the motor speed to 100 rpm.* (40 markah/marks)

...7/-

- (b) Satu pemenggal dc-dc satu-kuadran digunakan untuk membekalkan kuasa kepada satu motor siri dc menggunakan 420 V bateri. Arus yang mengalir melalui angker motor mempunyai nilai purata 120 A. Data-data lain yang berkaitan pemacu ini adalah

*A single-quadrant dc-dc chopper is used to supply power to a dc series motor from a 420-V battery. The current flowing through the armature of the motor has a mean value of 120-A. The other data for this drive are*

$$R_a = 0.05\Omega,$$

$$R_f = 0.06\Omega,$$

$$K_a = 0.72 \frac{V}{\text{Wb} \frac{\text{rad}}{s}} \quad \text{and}$$

$$\phi = 0.016 I_a$$

Kitar tugas  $\left( D = \frac{t_{on}}{T} \right)$  diberikan ialah 0.65. Kirakan

*The duty ratio  $\left( D = \frac{t_{on}}{T} \right)$  is 0.65. Calculate*

- (i) halaju motor,  
*the speed of the motor,* (15 markah/marks)
- (ii) tork dihasilkan oleh motor,  
*the torque developed by the motor,* (10 markah/marks)
- (iii) rintangan setara masukan, dan  
*equivalent input resistance, and* (10 markah/marks)
- (iv) jumlah kuasa masukan.  
*the total input power.* (5 markah/marks)

6. Sebuah motor aruhan sambungan bintang, 3-fasa, 400 V, 50 Hz, 4-kutub dibekalkan oleh sebuah pengawal voltan ac tiga-fasa dengan voltan masukan talian kepada talian 440 V. Motor aruhan tersebut mempunyai parameter-parameter berikut:

*A three-phase, 400-V, 50-Hz, four pole, star connected induction motor is supplied by a three-phase ac voltage controller with an input supply of 440 V line-to-line. The induction motor has following parameters:*

$$R_1 = 0.35\Omega, R_2 = 0.18\Omega, X_1 = 0.9\Omega, X_2 = 0.7\Omega \text{ and } X_m = 25\Omega.$$

Kesemua kuantiti merujuk kepada pemegun. Kelajuan pemutar adalah 1475 rpm. Jika kehilangan tanpa-beban boleh diabaikan, kirakan

*All quantities being referred to the stator. The rotor speed is 1475 rpm. If the no-load losses are negligible, calculate*

- |       |  |                   |
|-------|--|-------------------|
| (i)   | sudut picuan bagi tiristor-tiristor pengawal,<br><i>the firing angles of the thyristors of the controller,</i> | (25 markah/marks) |
| (ii)  | gelinciran,<br><i>the slip,</i>  | (10 markah/marks) |
| (iii) | kuasa sela-udara,<br><i>the air-gap power,</i>   | (20 markah/marks) |
| (iv)  | gelinciran bagi tork maksimum $S_m$ ,<br><i>the slip for the maximum torque <math>S_m</math>,</i>              | (10 markah/marks) |
| (v)   | tork maksimum $T_{dm}$ , dan<br><i>the maximum torque <math>T_{dm}</math>, and</i>                             | (10 markah/marks) |
| (vi)  | kecekapan<br><i>the efficiency.</i>  | (25 markah/marks) |